

**PABRIK n-BUTANOL DARI PROPHYLENE DAN GAS SINTESA
DENGAN PROSES OXO
PRA RENCANA PABRIK**



Oleh :

CANDRA ASMITHA MEWAL 0731010041

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2011**



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Normal Butanol dari Propylen dan Gas Sintesa dengan Proses Oxo”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan keserjanaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Normal Butanol dari Propylen dan Gas Sintesa dengan Proses Oxo” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literature, data – data, dan internet.

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT , selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Ir. Kindriari Nurma Wahyusi, MT , selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
4. Bapak Ir. Sutiyono, MT , selaku Dosen Penguji
5. Ibu Tjatoer Welasih, MT, selaku Dosen Penguji
6. Ibu Dyah Suci P, MT , selaku Dosen Penguji
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Kimia, FTI UPN “Veteran” Jawa Timur

Pra Rencana Pabrik n - Butanol dari Propyhlene dan Gas Sintesa dengan Proses Oxo



8. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia, FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
9. Kedua Orang tua , adik saya , keluarga saya dan unyilku yang selalu mendoakan saya.
10. Semua pihak yang telah membantu, memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun saya harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, Mei 2011

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII-1
BAB VIII UTILITAS	VIII-1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX-1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI-1
BAB XII KESIMPULAN DAN SARAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1	Instrumentasi pada Pabrik	VII-6
Tabel VIII.1.1	Kebutuhan Steam	VIII-3
Tabel VIII.2.3	Kebutuhan Air Pendingin	VIII-11
Tabel VIII.4.1.	Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas	VIII-54
Tabel VIII.4.1.	Kebutuhan Listrik untuk Ruang Pabrik	VIII-56
Tabel IX.1.	Pembagian Luas Pabrik	IX-8
Tabel X.1	Jadwal Kerja Karyawan Proses	X-11
Tabel XI-1.	Biaya Operasi Per kapasitas	XI-6
Tabel XI-2	Modal pinjaman pada tahun konstruksi	XI-6
Tabel XI-3	Modal sendiri pada tahun konstruksi	XI-6
Tabel XI.4.	Internal Rate of Return (IRR)	XI-7
Tabel XI.5.	Rate On Equity (ROE)	XI-8
Tabel XI.6.	Pay Out Periode (POP)	XI-9
Tabel XI.7.	BEP	XI-11

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Flowsheet Uraian Proses Reppe	II-2
Gambar II.1 Flowsheet Uraian Proses Oxo	II-3
Gambar VIII.1 Flowsheet Pengolahan Air Limbah	VIII-63
Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX-10
Gambar IX.2 Lay Out Peralatan Pabrik	IX-12
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X-13
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI-11



INTISARI

Perencanaan pabrik Normal Butanol ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 15,000 ton/tahun dalam bentuk cair. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

Propilen dari tangki penampung dikompresikan ke heater sampai suhu 160°C , bersama-sama dengan gas sintesa dikompresikan ke heater sampai suhu 160°C menuju reaktor. Di dalam reaktor terjadi reaksi antara propilen dan gas sintesa dibantu katalis cobalt hidrocarbonyl pada suhu 160°C dan tekanan 30 atm.

Dari reactor gas dialirkan oleh expansion valve dan tekanan diturunkan dari 30 atm menjadi 1 atm menuju separator. Di separator pada suhu 35°C terjadi pemisahan antara gas dan liquid. Gas buang di buang bebas, sedangkan liquid di pompakan dan dipanaskan oleh heater destilasi sampai suhu $116,68^{\circ}\text{C}$. Dari heater destilasi liquid dimurnikan lagi ke destilasi. Komponen yang mempunyai titik didih rendah akan menguap terlebih dahulu dan menuju ke atas, sedangkan komponen yang mempunyai titik didih tinggi akan dipanaskan di reboiler dan dialirkan masuk ke destilasi. Di dalam destilasi akan terjadi kontak antara liquid dan uap. Produk atas akan didinginkan oleh cooler sampai suhu 35°C menuju tangki penampung iso butanol. Produk bawah akan didinginkan oleh cooler sampai suhu 35°C menuju tangki penampung normal butanol.

Pendirian pabrik berlokasi di Driyorejo, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 90 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

Ø Massa konstruksi	: 2 tahun
Ø Umur pabrik	: 10 tahun
Ø Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp 186,676,027,683
Ø Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 32,049,850,373
Ø Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 218,725,878,056
Ø Biaya Bahan Baku	: Rp. 94,871,853,981
Ø Biaya Utilitas	: Rp. 357,191,484
Ø Biaya Produksi Total	:Rp. 240,168,259,402
Ø Hasil Penjualan Produk	:Rp. 260,360,000,000
Ø Internal Rate of Return	: 30%
Ø Rate of Investment	: 47%
Ø Pay Out Period	: 3.3 tahun
Ø Break Even Point (BEP)	: 28.5%

Pra rencana Pabrik Normal Butanol dari Propylene dan Gas Sintesa dengan Proses Oxo

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berkembang akan melaksanakan pembangunan dan pengembangan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor industri. Dalam pembangunan, sektor industri makin berperan strategis karena merupakan motor penggerak dalam pembangunan suatu Negara. Sektor ini di harapkan disamping sebagai penyerap tenaga kerja terbesar dan penghasil devisa, juga sebagai pemacu pertumbuhan ekonomi yang tinggi.

Industri yang tengah dikembangkan di Indonesia yaitu industri kimia. Industri kimia merupakan industri yang cukup besar kontribusinya dalam menghasilkan devisa negara dan juga selama ini Indonesia banyak mengimport bahan kimia dari luar negeri. Selain itu Indonesia kaya akan sumber daya alam yang merupakan bahan dasar atau bahan baku dari industri kimia.

Salah satu bahan kimia yang masih di import adalah n-butanol (C_4H_9OH). N-butanol digunakan sebagai bahan baku pemucat cat, kosmetik, tinta printer, pestisida, insektisida, ester, eter, dll.

Ketergantungan bahan kimia seperti n-butanol dari negara lain tidak menguntungkan Indonesia, karena jika timbul kenaikan harga di negara lain atau jika nilai tukar dollar USA terhadap rupiah naik, maka barang-barang industri tersebut yang menggunakan n-butanol akan ikut berubah juga.

I.2 Perkembangan Industri Kimia di Indonesia

Produksi normal butanol dikomersilkan pada tahun 1950 dengan katalis kobalt oleh Ruhchemie yang dioperasikan setelah perang dunia II teknologi pembuatan n-butanol dikembangkan oleh Badische Anilin dan Soda Fabric A.G.(BASF). Sekitar 7% pembuatan n-butanol oleh perusahaan di USA menggunakan teknologi oxo (Kirk&Othmer 1978).

Di Indonesia produksi n-butanol juga dikembangkan salah satu perusahaan yang memproduksi n-butanol adalah P.T petro Oxo Nusantara. Menurut data yang kami peroleh dari Badan Statistik tentang produksi industri kimia khususnya n-butanol di Indonesia mengalami peningkatan, jumlah ekspor juga meningkat namun belum bisa memenuhi kebutuhan n-butanol yang ada di Indonesia. Hal ini bisa dilihat dari kebutuhan impor yang tiap tahunnya juga mengalami peningkatan, dan selisihnya cukup besar antara jumlah impor dengan produksi Indonesia.

I.3 Manfaat Didirikannya Pabrik Normal Butanol

Manfaat lebih lanjut didirikan pabrik ini diharapkan dapat mendukung dan mendorong pertumbuhan industri-industri kimia, menciptakan lapangan kerja, mengurangi pengangguran dan memperkuat perekonomian di Indonesia.

Dengan memperlihatkan tabel I.1 dapat diketahui bahwa pemenuhan kebutuhan normal butanol dalam negeri sangat kecil, dan adanya ketergantungan untuk mengimpor lebih besar. Untuk itu penting adanya perencanaan pendirian pabrik normal butanol di Indonesia.

Dalam pendirian pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produksi yang dihasilkan dapat sesuai permintaan dan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Tabel 1.1 Data import n-butanol di Indonesia

Tahun	Jumlah (kg/tahun)
2008	4140713
2007	2929587
2006	2141554
2005	1407107
2004	1151925

I.4 Sifat dan Kegunaan

I.4.1 Sifat Bahan Baku dan Produk

1. Propylene (Matheson, gas data book, 1961 ; Kirk Othmer, vol.3, 1964)

Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : C_3H_6
- b. Kenampakkan pada suhu kamar ($32^{\circ}C$) : gas tidak berwarna
- c. Berat molekul (BM) : 42,081 g/gmol
- d. Boiling point (Tbp) : $-47,7^{\circ}C$
- e. Density ($20^{\circ}C$) : 0,609 gr/cm³
- f. Critical temperature (Tc) : $-91,8^{\circ}C$ ($-197,2^{\circ}F$)

- g. Critical Pressure (P_c) : 45,6 atm (670,32 psi)
- h. Specific gravity, gas : 1,49
- i. Viscositas, cP (-185°C) : 0.0078
- j. Panas penguapan ($-47,7^{\circ}\text{C}$), cal/gr : 104,62
- k. Panas pembentukan (25°C), cal/gr : 4,879
- l. Panas pembakaran (25°C), cal/gr : 460,428
- m. Specific Heat ratio, cp/cv : 1.145

Sifat Kimia

- a. larut dalam alkohol dan eter, tetapi sedikit larut dalam air
- b. bila terbakar berwarna kuning

2. Hidrogen (H_2)

Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : H_2
- b. Kenampakan pada suhu kamar (32°C) : gas tidak berwarna
- c. Berat molekul (BM) : 2,016 g/mol
- d. Boiling point (T_{bp}) : $-257,78^{\circ}\text{C}$ ($-430,2^{\circ}\text{F}$)
- e. Density (32°F , 1 atm) lb/cuft : 0,005611 lb/cuft (0,0694 g/ml)
- f. Critical temperature (T_c) : $-239,9^{\circ}\text{C}$ ($-399,8^{\circ}\text{F}$)
- g. Critical Pressure (P_c) : 12,8 atm (188,2 psia)
- h. Specific gravity : 0,06952
- i. Viscositas gas, cP (68°F , 1 atm) : 0,0093
- j. Panas penguapan cal/gr : 216

- k. Panas pembakaran BTU/cuft : 325
l. Specific Heat ratio, cp/cv : 1.410

Sifat Kimia

- a. Merupakan gas diatomic dan unsur terbanyak di alam
b. Sangat sedikit larut dalam air, alkohol, dan eter
c. Tidak korosif
d. Mudah terbakar

3. Carbon Monoksida (CO)

Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : CO
b. Kenampakan pada suhu kamar (32°C) : gas tidak berwarna
c. Berat molekul (BM) : 28,01 g/gmol
d. Boiling point (Tbp) : -191,5°C (312 °F)
e. Critical temperature (Tc) : -140°C (-220°F)
f. Critical Pressure (Pc) : 34,5atm (507,5 psia)
g. Critical density (Dc), gr/cc : 0,301
h. Specific gravity, gas : 0,9678
i. Viscositas, cP (0°C) cP : 0,0166
j. Panas penguapan (-47,7 °C), cal/gr : 1444
k. Panas pembakaran (25°C), BTU/Cuft : 4343,6
l. Specific heatratio , cp/cv : 1.4031

Sifat Kimia

- Merupakan gas yang sangat beracun untuk pernafasan, daya ikat terhadap hemoglobin 200 kali lebih besar daripada oksigen.
- Mudah terbakar, dan berwarna ungu
- Kelarutan dalam air (3,5/100 ml), dan sedikit larut dalam alkohol dan benzene.

Katalis :

4. Cobalt Hidrocarbonyl , $\text{Hco}(\text{CO})_4$

Synonim nama dari Cobalt Hidrocarbonyl adalah :

- Hydrocobalt tetracarbonyl
- Tetracarbonyl Hydridocobalt
- Tetracarbonyl Hydrocobalt

Sifat Fisika (Enviromental Chemistry Com).htm

- | | |
|--|---|
| a. Rumus molekul | : $\text{Hco}(\text{CO})_4$ |
| b. Berat molekul (BM) | : 140 g/gmol |
| c. Boiling point (Tbp) | : 2870°C (3143°K) |
| d. Density (300°K) | : 8,9 |
| e. Spesific Panas, J/gr $^{\circ}\text{K}$ | : 0,42 |
| f. Panas penguapan, Kj/ Kmol | : 376,5 |
| g. Molar Volume, cm^3/mol | : 6,61 |
| h. Vapor pressure, Pa (1445°C) | : 175 |

Produk Utama

5. Normal Butanol

Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$
- b. Kenampakkan pada suhu kamar (32°C) : cair, tidak berwarna
- c. Berat molekul (BM) : 74,123 g/gmol
- d. Boiling point (Tbp) : 128°C
- e. Melting temperature : -125°C
- f. Density, gr/ml : 0,81337
- g. Critical temperature (Tc) : 287°C
- h. Critical Pressure (Pc) : 48,4 atm
- i. Viscositas, cP (15°C) : 0,03379
- j. Panas penguapan cal/gr : 141,31
- k. Panas pembakaran kg cal/mol : 639

Sifat Kimia

- a. Kelarutan dalam air pada 30°C adalah 7,08 % berat alkhohol dan ester 20,62% berat.

6. Iso Butanol

Sifat Fisika

- a. Rumus molekul : $i\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$
- b. Kenampakkan pada suhu kamar (32°C) : cair, tidak berwarna
- c. Berat molekul (BM) : 74,123 g/gmol

- d. Boiling point (Tbp) : 117-120°C
- e. Density, gr/ml : 0,80576
- f. Critical temperature (Tc) : 265°C
- g. Critical Pressure (Pc) : 48 atm
- h. Spesific grafity : 0,06952
- i. Viscositas gas, cP (15°C) : 0,04703
- j. Panas penguapan cal/gr : 138,25
- k. Panas pembakaran kg cal/mol : 638,2

Sifat Kimia

- a. Kelarutan dalam air pada 30 °C adalah 7,5 % berat pada alkhohol dan ester 17,3% berat.

I.4.2 Tata Nama Dan Struktur Normal Butanol Dan Iso Butanol

- a. Normal Butyl Alkhohol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)
mempunyai 4 isomer yaitu : n-Butyl Alkhohol, Butyl alkhohol, n-Butanol, 1-Butanol
- b. Isobutil alkhohol ($\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-OH}$)
(Isobutanol, isopropyl kabinol, 2 metil propanol)
- c. Sekunder butyl alkhohol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$)
(Sekunder butyl alkhohol, sekunder butanol, 2 butanol)
- d. Tersier butyl alkhohol ($\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{CH}_3$)
(tersier butanol, trimetil karbinol, 2 metil 2 propanol)

I.4.3 Manfaat Dari Normal Butanol Dalam Negeri

- a. Bahan baku pembuatan cat
- b. Bahan baku pembuat kosmetik
- c. Bahan baku pembuat tinta printer
- d. Bahan baku pembuat pestisida, insektisida, ester, eter.
- e. Bahan pelarut (solvent)



BAB II

URAIAN DAN PROSES

II.1 Macam Proses

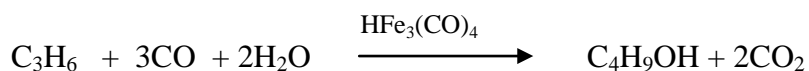
Proses pembuatan normal dan iso butanol dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Proses Reppe
2. Proses Oxo (Hidroformilasi)

II.1.1 Proses Reppe

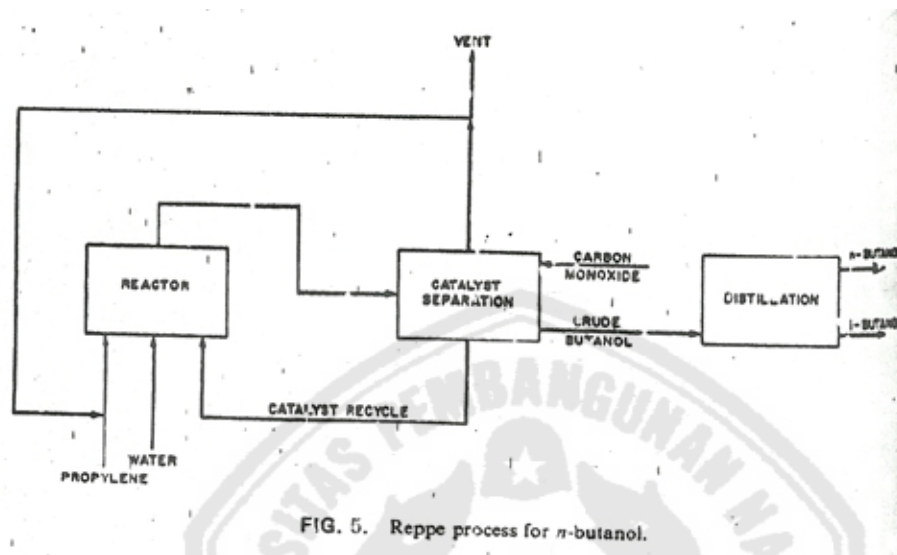
Proses Reppe adalah sintesa alkohol dari olefin, karbon monoksida dan air. Teknologi pembuatan n-butanol dengan metode ini dikembangkan oleh Badische Anilin dan Soda Fabrik A.G.(BASF). Metode ini dikomersialkan di Jepang pada tahun 1965, oleh Japan Butanol menggunakan teknologi BASF.

Proses Reppe menggunakan proses konvensional dibandingkan proses oxo. Reaksi dilakukan pada suhu 100°C dan tekanan 15 atm dengan katalis iron hydrocarbonyl $\text{HFe}_3(\text{CO})_4$, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



(Mc. Ketta, 1975 and Mc. Ketta ed.5 hal 380)

Berikut blok diagram alir dari proses Reppe (Mc. Ketta ed, hal 385)



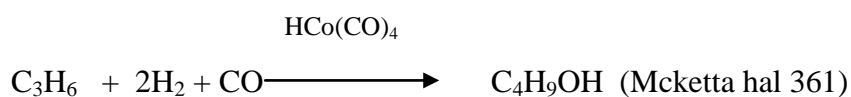
Gb.II.1 Blok Diagram Proses Reppe

II.1.2 Proses Oxo

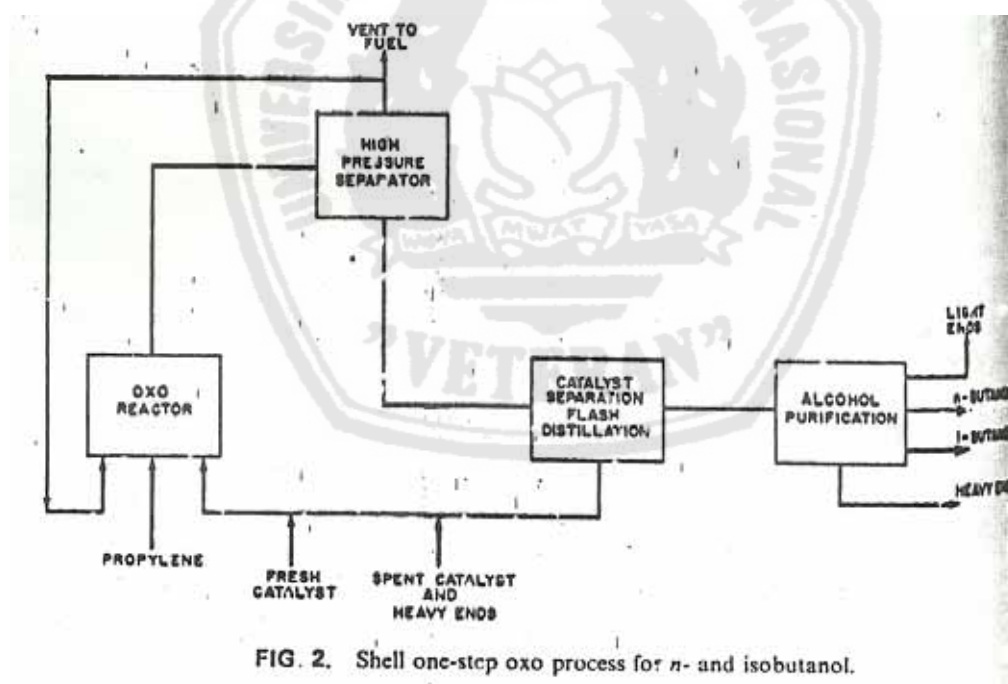
Proses hidroformilasi/oxo ditemukan oleh Otto Roelan pada tahun 1938 ketika mempelajari efek syngen dengan reaksi Fischer Tropsch pada hidrogenasi memerlukan 1-10% air yang harus ditambahkan ke dalam umpan reaktor untuk menekan reaksi samping pembentukan ester proses hidrogenasi ini lebih dikenal sebagai proses hidroformilasi/oxo sering dengan perkembangan kemajuan teknologi.

Produksi normal butanol dikomersialkan pada tahun 1950 dengan katalis kobalt oleh Ruhrchemie yang dioperasikan setelah perang dunia II, teknologi pembuatan normal butanol dikembangkan oleh Badische Anilin dan Soda Fabrik A.G (BASF) sekitar 70% pembuatan butanol oleh perusahaan di USA menggunakan teknologi oxo. (Kirk & Othmer 1978).

Pada pembuatan normal butanol dengan proses oxo ini propylene direaksikan dengan gas sintesa (H_2 dan CO), ratio perbandingan H_2 dan CO adalah 2:1. Proses oxo bereaksi pada suhu $160^\circ C$ dan 30 atm dengan katalis cobalt hidrocarbonyl $HCo(CO)_4$, dan persamaan reaksinya, sbb :



Berikut blok diagram alir dari proses oxo (Mc. Kette, ed 5, hal 374)



Gb.II.2 Diagram Blok Proses Oxo

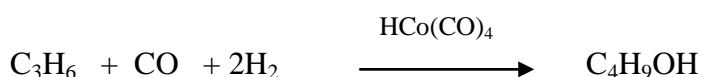
II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses di atas maka kami memilih pembuatan normal butanol dengan proses Oxo (hidroformilasi) karena paling banyak digunakan di dalam industri saat ini. Biaya yang dikeluarkan pada proses Oxo (hidroformilasi) relatif lebih murah dibandingkan proses Reppe, karena katalis yang digunakan yaitu iron hydrocarbonyl $\text{HFe}_3(\text{CO})_4$ bersifat sensitive terhadap air dan CO_2 .

II.3 Uraian Proses

Dari pemilihan proses disebutkan bahwa proses yang digunakan adalah proses Oxo, pembuatan butanol menggunakan bahan baku propilen dan gas sintesa. Proses Oxo dapat diuraikan sebagai berikut.

Propilen dari tangki penampung dikompresikan ke heater sampai suhu 160°C , bersama-sama dengan gas sintesa dikompresikan ke heater sampai suhu 160°C menuju reaktor. Di dalam reaktor terjadi reaksi antara propilen dan gas sintesa dibantu katalis cobalt hydrocarbonyl pada suhu 160°C dan tekanan 30 atm, reaksi sebagai berikut :



(Mc. Ketta, 5th hal 373)

Dari reactor gas dialirkan oleh expansion valve dan tekanan diturunkan dari 30 atm menjadi 1 atm menuju separator. Di separator pada suhu 35°C terjadi pemisahan antara gas dan liquid. Gas buang di buang bebas, sedangkan liquid di

pompakan dan dipanaskan oleh heater destilasi sampai suhu 116,68 °C. Dari heater destilasi liquid dimurnikan lagi ke destilasi. Komponen yang mempunyai titik didih rendah akan menguap terlebih dahulu dan menuju ke atas, sedangkan komponen yang mempunyai titik didih tinggi akan dipanaskan di reboiler dan dialirkan masuk ke destilasi. Di dalam destilasi akan terjadi kontak antara liquid dan uap. Produk atas akan didinginkan oleh cooler sampai suhu 35 °C menuju tangki penampung iso butanol. Produk bawah akan didinginkan oleh cooler sampai suhu 35 °C menuju tangki penampung normal butanol.

